

PCT/JP 2004/009619

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

23.07.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

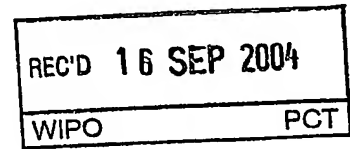
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 7 月 1 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 1 8 9 6 5 5

[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 8 9 6 5 5]

出 願 人
Applicant(s): 日立電線株式会社
日本電信電話株式会社

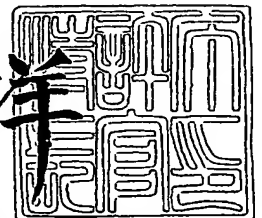


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 9 月 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 7 8 6 7 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 PHC03170

【提出日】 平成15年 7月 1日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/00
G02B 6/36

【請求項の数】 9

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町一丁目 6 番 1 号 日立電線株式会
社内

【氏名】 立蔵 正男

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町一丁目 6 番 1 号 日立電線株式会
社内

【氏名】 大藺 和正

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町一丁目 6 番 1 号 日立電線株式会
社内

【氏名】 姚 兵

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町一丁目 6 番 1 号 日立電線株式会
社内

【氏名】 黒沢 芳宣

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町一丁目 6 番 1 号 日立電線株式会
社内

【氏名】 中居 久典

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 倉嶋 利雄

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 荒木 栄次

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 平松 克美

【特許出願人】

【識別番号】 000005120

【氏名又は名称】 日立電線株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000004226

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

【識別番号】 100071526

【弁理士】

【氏名又は名称】 平田 忠雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038070

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】

要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ファイバ端部の封止構造及びその封止方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 屈折率の高いコアとこれを取り囲む屈折率の小さなクラッドとを有し、当該クラッドにファイバ軸心方向に延びた複数の空孔が存在する光ファイバの端部において、前記空孔がガラスからなる封止部によって封止されており、かつ当該封止部が形成されている部分のクラッド外径が、封止部が形成されていない部分のクラッド外径と同一であることを特徴とする光ファイバ端部の封止構造。

【請求項 2】 前記封止部は、光ファイバを構成するガラスと同一成分のガラスで構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の光ファイバ端部の封止構造。

【請求項 3】 前記封止部は、光ファイバを構成するガラスよりも低融点のガラスで構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の光ファイバ端部の封止構造。

【請求項 4】 前記光ファイバがコネクタフェルールに装着固定されていることを特徴とする請求項 1～請求項 3 のいずれか 1 項記載の光ファイバ端部の封止構造。

【請求項 5】 屈折率の高いコアとこれを取り囲む屈折率の小さなクラッドとを有し、当該クラッドにファイバ軸心方向に延びた複数の空孔が存在する光ファイバの端部に、軸心方向とほぼ直角の端面を形成し、当該端面から前記光ファイバを構成するガラスと同一の成分のガラス粉末を前記空孔に挿入した後、前記光ファイバの端部を加熱して前記ガラス粉末を熔融させることにより、前記空孔を封止することを特徴とする光ファイバ端部の封止方法。

【請求項 6】 屈折率の高いコアとこれを取り囲む屈折率の小さなクラッドとを有し、当該クラッドにファイバ軸心方向に延びた複数の空孔が存在する光ファイバの端部に、軸心方向とほぼ直角の端面を形成し、当該端面から前記光ファイバを構成するガラスよりも低融点のガラス粉末を前記空孔に挿入した後、前記空孔の端部近傍を局所的に加熱して前記ガラス粉末を熔融させることにより、前

記空孔を封止することを特徴とする光ファイバ端部の封止方法。

【請求項 7】 屈折率の高いコアとこれを取り囲む屈折率の小さなクラッドとを有し、当該クラッドにファイバ軸心方向に延びた複数の空孔が存在する光ファイバの端部に、軸心方向とほぼ直角の端面を形成し、前記空孔の端部近傍を局所的に加熱して前記空孔を封止することを特徴とする光ファイバ端部の封止方法。

【請求項 8】 炭酸ガスレーザ光を照射することにより、前記空孔の端部近傍を局所的に加熱溶融させて前記空孔を封止することを特徴とする請求項 6 又は請求項 7 記載の光ファイバ端部の封止方法。

【請求項 9】 前記光ファイバが予めコネクタフェルールに装着固定されていることを特徴とする請求項 5～請求項 8 のいずれか 1 項記載の光ファイバ端部の封止方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、屈折率の高いコアとこれを取り囲む屈折率の小さいクラッドを有し、当該クラッドにファイバ軸心方向に延びた複数の空孔が存在する光ファイバにおける端部の封止構造及びその封止方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、フォトリック結晶構造（屈折率の周期構造）をクラッドに設けたフォトリック結晶ファイバ（PCF: Photonic Crystal Fiber）が、従来の光ファイバでは実現し得ないまったく新しい機能を備えた光デバイスを実現しうるものとして注目を集めている。この PCF の一種であるホーリーファイバ（HF: Holey Fiber）は、従来の光ファイバのコア近傍のクラッド部に空孔を存在させることによりクラッドの実効的な屈折率を下げて、コア/クラッド間の比屈折率差を拡大させることで、従来の光ファイバと比較して曲げ損失特性を大幅に向上させることができる（非特許文献 1、2 参照）。

【0003】

【非特許文献1】

姚兵ほか「ホーリーファイバの実用化に関する一検討」、信学技報（社）電子情報通信学会、Vol.102, No.581, p47～50

【非特許文献2】

長谷川健美「フォトリック結晶ファイバおよびホーリーファイバの開発動向」、月刊誌「オプトロニクス」、オプトロニクス（株）発行、No.7, p203～208（2001）。

【0004】

このようなHFは、クラッドにファイバ軸心方向に延びた複数の空孔が存在するが、これらの空孔は、端部が開放されていると、水分が内部に進入する結果、機械的強度の劣化が生じたり、温度変化による露結によって光学的特性の変動が生じたりすることがある。

【0005】

このような問題を解決するために、特許文献1では、（1）光ファイバの端面部を融着器（気体放電により光ファイバを溶融させて接続する装置）で加熱してクラッドを軟化させ空孔をつぶす方法、（2）中空部内に硬化性物質を挿入する方法、（3）中空部に外部から蓋を取り付ける方法、により光ファイバの空孔を封止する方法が記載されている。

【0006】

【特許文献1】

特開 2002-323625号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、（1）の光ファイバの端面部を加熱してクラッドを軟化させ空孔をつぶす方法では、空孔へ周囲のクラッド材が流入することにより封止できるのであるから、材料の量がかわらない分、光ファイバの外径（クラッド径）は小さくなってしまいます。たとえば、クラッド径が $125\mu\text{m}$ で、直径が $10\mu\text{m}$ の空孔が4つあった場合を考えると、単純計算ではクラッド径は $123\mu\text{m}$ 程度となり、約 $2\mu\text{m}$ 小さくなってしまいます。この量は通常のコネクタ接続にあたっての標

準的フェルールの内径寸法から外れるほど大きいものである。

【0008】

また、加熱源が融着器の場合には、放電気体の温度が高くなるためにクラッド表面での蒸発の影響もあって実際の寸法はさらに小さくなり、空孔の総断面積がもっと大きな場合は寸法の減少がより顕著となる。このため、封止後のクラッド系に適合するフェールの選択にも手間がかかることになる。しかも、放電気体が光ファイバ端面とその周囲のクラッド表面を一緒に加熱することになるため、光ファイバ端部のエッジが丸まってしまうため、端面周囲の寸法が変化しやすい欠点がある。

【0009】

また、(2) の中空部内に硬化性物質を挿入する方法では、硬化する際に体積収縮を伴うので、硬化部内に気泡が発生する。気泡内は空間のためその屈折率は約1である。そのため、硬化性物質と気泡との屈折率差が非常に大きくなり、そのような屈折率変化の大きな部分がコア近傍にあると、光ファイバの導波路構造に影響を与え、大きな損失が発生させる原因となってしまう。

【0010】

更に、(3) の中空部に外部から蓋を取り付ける方法では、端面周囲の寸法が変化しやすいという欠点があった。

【0011】

従って、本発明の目的は、従来技術の上記欠点に鑑み、クラッド径を正しく維持したまま、光ファイバの導波路構造に影響を与えることなく、端面周囲の寸法を維持し得る光ファイバ端部の封止構造およびその封止方法を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明の光ファイバ端部の封止構造は、屈折率の高いコアとこれを取り囲む屈折率の小さなクラッドとを有し、当該クラッドにファイバ軸心方向に延びた複数の空孔が存在する光ファイバの端部において、前記空孔がガラスからなる封止部によって封止されており、かつ当該封止部が形成され

ている部分のクラッド外径が、封止部が形成されていない部分のクラッド外径と同一であることを特徴とする。

【0013】

前記封止部を、光ファイバを構成するガラスと同一成分のガラスで構成することができる。

【0014】

前記封止部を、光ファイバを構成するガラスよりも低融点のガラスで構成することもできる。

【0015】

前記光ファイバはコネクタフェルールに装着固定されていてもよい。

【0016】

また、本発明の光ファイバ端部の封止方法は、屈折率の高いコアとこれを取り囲む屈折率の小さなクラッドとを有し、当該クラッドにファイバ軸心方向に延びた複数の空孔が存在する光ファイバの端部に、軸心方向とほぼ直角の端面を形成し、当該端面から前記光ファイバを構成するガラスと同一の成分のガラス粉末を前記空孔に挿入した後、前記光ファイバの端部を加熱して前記ガラス粉末を溶融させることにより、前記空孔を封止することを特徴とする。

【0017】

更に、本発明の光ファイバ端部の封止方法は、屈折率の高いコアとこれを取り囲む屈折率の小さなクラッドとを有し、当該クラッドにファイバ軸心方向に延びた複数の空孔が存在する光ファイバの端部に、軸心方向とほぼ直角の端面を形成し、当該端面から前記光ファイバを構成するガラスよりも低融点のガラス粉末を前記空孔に挿入した後、前記空孔の端部近傍を局所的に加熱して前記ガラス粉末を溶融させることにより、前記空孔を封止することを特徴とする。

【0018】

また、本発明の光ファイバ端部の封止方法は、屈折率の高いコアとこれを取り囲む屈折率の小さなクラッドとを有し、当該クラッドにファイバ軸心方向に延びた複数の空孔が存在する光ファイバの端部に、軸心方向とほぼ直角の端面を形成し、前記空孔の端部近傍を局所的に加熱して前記空孔を封止することを特徴とす

る。

【0019】

炭酸ガスレーザ光を照射することにより、前記空孔の端部近傍を局所的に加熱溶融させて前記空孔を封止することができる。

【0020】

また、前記光ファイバが予めコネクタフェルールに装着固定されていてもよい。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の光ファイバ端部の封止構造及びその封止方法について図面を参照して説明する。

【0022】

図1(a)、(b)に、本発明の光ファイバ端部の封止構造に用いられる代表的なホーリーファイバ1の構造例を示す。同図(a)、(b)において、ホーリーファイバ1は、屈折率の高いコア2と、そのコア2を取り囲んで形成された屈折率の小さいクラッド3とを有し、該クラッド3内のコア2近傍に、ファイバ軸心方向に延びた4つの空孔4・・・が形成された構造となっている。

【0023】

図2は、本発明に係る光ファイバ端部の封止構造の第一の実施態様を示す断面図である。同図においては、図1より光ファイバの端部を拡大して示している。この光ファイバ端部の封止構造においては、軸心方向に伸びる空孔4・・・の先端部分が封止部5により封止されている。この封止部5は、ホーリーファイバ1の端面が窪んだ箇所、即ち、端面からやや内部の位置に形成されている。また、クラッド3の外径は、封止部5が形成されている箇所においても、空孔4・・・が形成されている箇所においても、全く同一となっている。なお、図2では2つの空孔4・・・が封止部5により封止されているが、図示されていない他の2つの空孔4・・・の端部も同様に、封止されている。

【0024】

次に、この光ファイバ端部の封止構造を実現する封止方法について説明する。

まず、ホーリーファイバ1の端部に、軸心方向とほぼ直角の端面を形成した後、この端面から空孔4・・・に微細なガラス粉末を挿入する。ガラス粉末は、光ファイバを構成する材料である石英ガラスであり、粒径が $1\mu\text{m}$ 以下のものを好適に用いることができる。このガラス粉末を盛って山にしたところに光ファイバ端面を挿入することにより、ガラス粉末を空孔4・・・に押し込むことができる。またガラス粉末にアルコールを混ぜて、ペースト状にすれば、より簡単に空孔4・・・に挿入できる。

【0025】

次に、ホーリーファイバ1の端部に、炭酸ガスレーザー光を照射して加熱を行う。炭酸ガスレーザー光の波長は $10\mu\text{m}$ 程度であるため、ガラスによく吸収されて熱を発生する。レーザー光を集光する集光レンズには、この波長域で透明な、セレン化亜鉛、またはゲルマニウムを材料とするレンズが使用できる。このようなファイバ端部のレーザー加熱光学系については、特開平7-318756号公報に詳しく記述されている。このような炭酸ガスレーザー光による光学系を用いて、コア2と周囲の空孔4・・・近傍をレーザー光で同時に加熱するが、レーザーの集光スポットを動かして、部分的な加熱を逐次行うようにしてもよい。ガラス粉末を充分溶融させて加熱を停止すると、ガラスが固まって図2に示すように、ホーリーファイバ1の端面に窪みを有する部分に封止部5が形成される。

【0026】

この封止方法では、ガラス粉末を溶融させて空孔4を封止するため、クラッド材の流入する量が少なくなり、クラッド径の変化を防止することができる。また、加熱手段として炭酸ガスレーザー光を用いているため、レンズ集光系により、クラッド外径（一般的には $125\mu\text{m}$ ）よりも充分小さなスポットに絞れるため、クラッドの周囲を加熱しない状態で、端面の一部だけを加熱することができ、この点からもクラッド径の変化を防止することができる。また、ガラス粉末として光ファイバを構成する石英ガラスを用いているので、封止部5にひずみが生じにくく、信頼性面で有利となる。

【0027】

また、封止部5を形成する別の方法として、石英ガラスよりも低融点の他成分

ガラス粉末を用いて、ホーリーファイバ1の端面から空孔4・・・に押し込み、加熱手段（光ファイバ融着器の気体放電、ガスバーナー、電熱線）により、ガラス粉末を充分溶融させることによって、封止部5を形成することができる。

【0028】

この封止方法においても、ガラス粉末を溶融させて空孔4を封止するため、クラッド材の流入する量が少なくなり、クラッド径の変化を防止することができる。また、封止剤として石英ガラスよりも融点が高い種類のガラスを用いているため、加熱温度として光ファイバが溶融しない温度を選べるため、クラッド表面まで加熱するようにしてもかまわない。従って、加熱手段としては光ファイバ融着器の気体放電、ガスバーナー、電熱線等、従来の加熱手段を広く選ぶことができる利点がある。もちろん、炭酸レーザ加熱法を適用することもできる。

【0029】

次に、図3に、本発明に係る光ファイバ端部の封止構造の第二の実施態様を示す。この図に示す端部構造においても、軸心方向に伸びる空孔4・・・の先端部分が封止部6により封止されている。また、クラッド3の外径は、封止部6が形成されている箇所においても、空孔4・・・が形成されている箇所においても、全く同一となっている。なお、ホーリーファイバ1の端部の窪みは図2の窪みよりやや深くなっている。

【0030】

この封止部6を形成する方法としては、ホーリーファイバ1の端部に、軸心方向とほぼ直角の端面を形成した後、ガラス粉末を挿入せずに、そのまま上記の炭酸ガスレーザによる加熱法を適用し、端面を局所的に加熱する。これより、端面から溶融したクラッド材が流入することにより、空孔が封止される。

【0031】

この際、図1に示すように空孔4・・・の開口面積がクラッド3の断面積より充分小さく、かつ炭酸ガスレーザにより、端部近傍を局所的に加熱しているので、ホーリーファイバ1の端面からクラッド材が空孔4・・・の奥に向かって流れ込むことでホーリーファイバ1の端部を封止でき、かつクラッド径は変化しない。

【0032】

このようにして、図2または図3に示すようなホーリーファイバ1の端部の形状にしてあれば、一般の光ファイバの接続法、たとえばメカニカルスプライスと呼ばれるV溝利用の機械的接続法も利用できる。また、MTコネクタや単心コネクタのフェルールに装着して光コネクタ接続を実施することができる。フェルール装着においては、フェルール先端にストッパーを設け、後方からホーリーファイバ1を挿入したとき、図4に示すように、ホーリーファイバ1の端面がコネクタフェルール6の端面に揃うようにする。必要なら、その後、一般の光ファイバの場合と同様に、コネクタフェルール6の端面を研磨すればよい。

【0033】

なお、ホーリーファイバ1をコネクタフェルール6に取付けて研磨した後に加熱して、空孔を封止してもよい。この場合、加熱によりホーリーファイバ1端部の形状が変形するので、フェルール6端面を再研磨して形状を整えることにしてもよい。空孔の封止箇所は、端面より少し奥まったところになるので、研磨により、端面に残った窪みを消滅させることが可能である。

【0034】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の光ファイバ端部の封止構造は、空孔がガラスからなる封止部によって封止されているので、水分等の侵入による機械的強度の劣化や温度変化による露結による光学的特性の変動を防止できる。また、封止部が形成されている部分のクラッド外径が、封止部が形成されていない部分のクラッド外径と同一であるので、クラッド径を正しく維持したまま、光ファイバの導波路構造に影響を与えることなく、端面周囲の寸法を維持し得るものとなる。このため、ホーリーファイバ同士の接続、ホーリーファイバと通常のシングルモードファイバの接続を容易することができる。したがって今後多様な応用が可能になる結果、今後の光ファイバ応用技術の進展に大いに寄与できる。

【0035】

また、本発明の光ファイバ端部の封止方法は、光ファイバを構成するガラスと同一の成分のガラス粉末を光ファイバの空孔に挿入し、光ファイバの端部を加熱してガラス粉末を熔融させることにより空孔を封止しているので、前記の光ファ

イバ端部の封止構造を確実に実現することが可能となる。また、光ファイバを構成するガラスと同一の成分のガラス粉末を用いているので、得られた封止部はひずみが生じにくく、信頼性に優れたものとなる。

【0036】

更に、本発明の光ファイバ端部の封止方法は、光ファイバを構成するガラスよりも低融点のガラス粉末を空孔に挿入し、空孔の端部近傍を局所的に加熱してガラス粉末を溶融させることにより空孔を封止しているもので、加熱温度として光ファイバが溶融しない温度を選ぶことができる。このため、クラッド表面まで加熱することができ、加熱手段として従来の方法を広く選ぶことが可能となる。

【0037】

また、本発明の光ファイバ端部の封止方法は、空孔の端部近傍を局所的に加熱して空孔を封止しているもので、ガラス粉末を用いることなく簡便な方法で、空孔の端部を封止することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の光ファイバ端部の封止構造に用いられるホーリーファイバ1の構造例を示す図であり、(a)は縦断面図、(b)は横断面図である。

【図2】 本発明に係る光ファイバ端部の封止構造の第一の実施態様を示す縦断面図である

【図3】 本発明に係る光ファイバ端部の封止構造の第二の実施態様を示す縦断面図である。

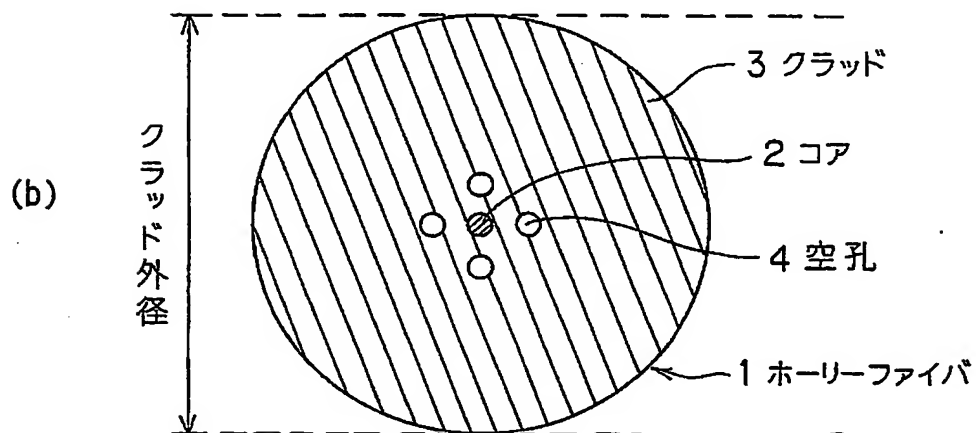
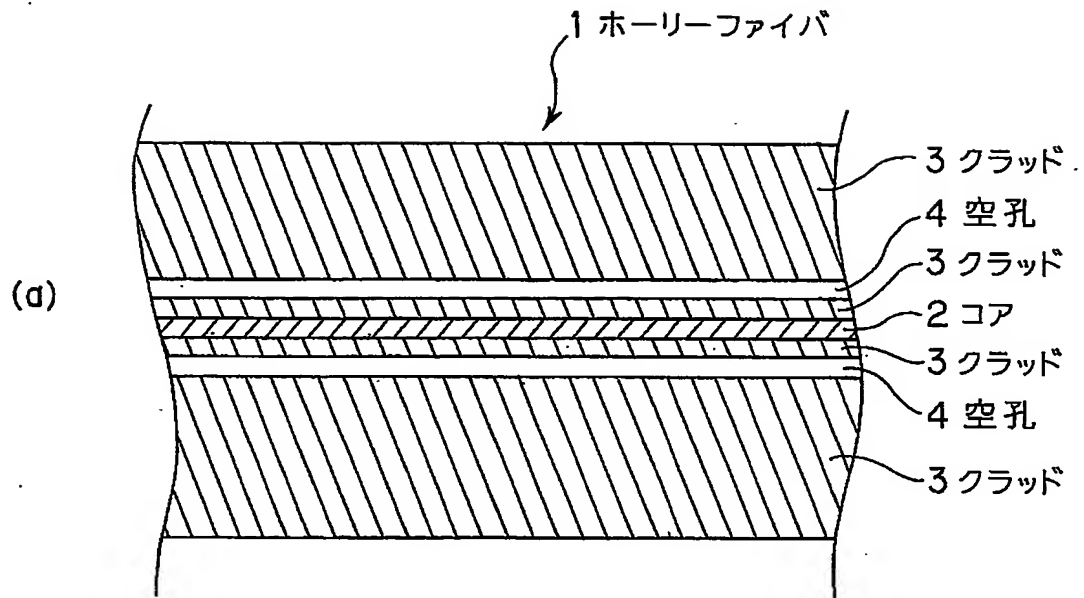
【図4】 本発明に係る光ファイバ端部の封止構造の他の実施態様を示す縦断面図である。

【符号の説明】

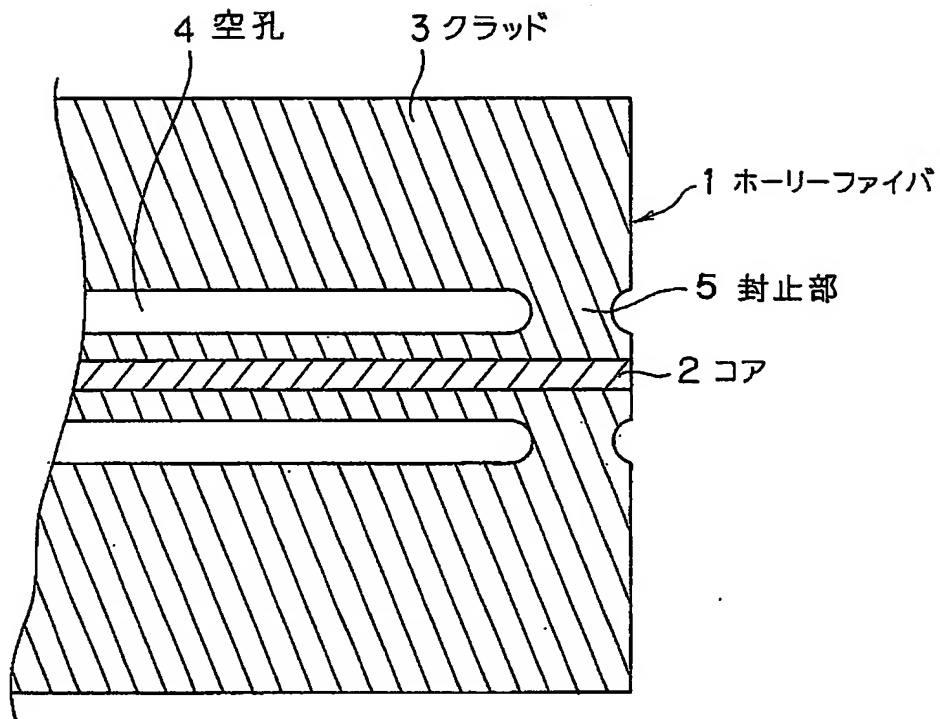
- 1 ホーリーファイバ
- 2 コア
- 3 クラッド
- 4 空孔
- 6 コネクタフェルール

【書類名】 図面

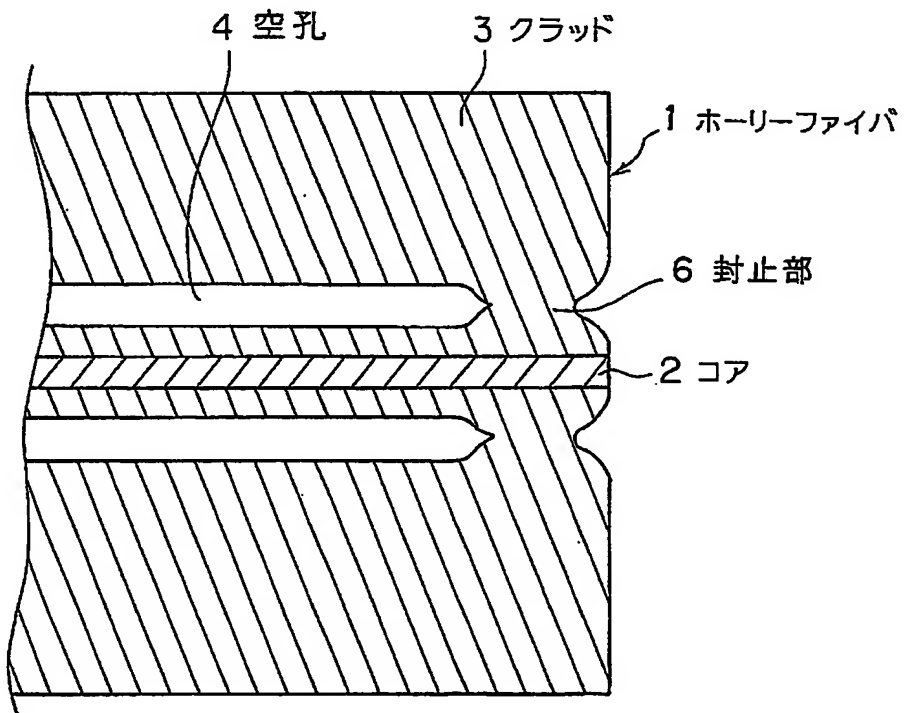
【図 1】



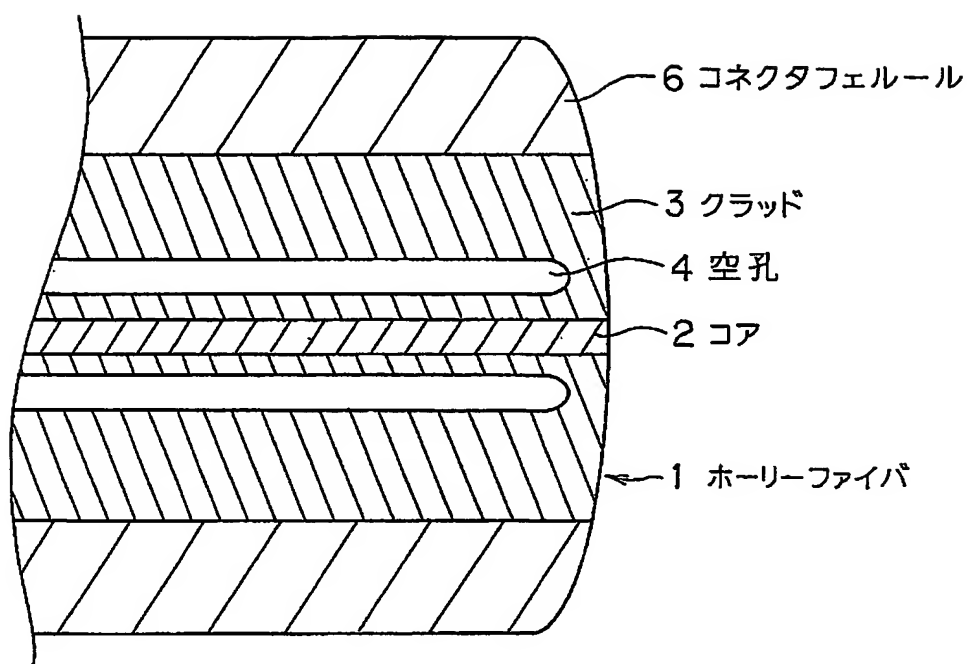
【図2】



【図3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 クラッド径を正しく維持したまま、光ファイバの導波路構造に影響を与えることなく、端面周囲の寸法を維持し得る光ファイバ端部の封止構造およびその封止方法を提供する。

【解決手段】 軸心方向に伸びる空孔4・・・の先端部分が封止部5により封止され、また、クラッド3の外径が、封止部5が形成されている箇所においても、空孔4・・・が形成されている箇所においても、全く同一に形成されている。

【選択図】 図2

特願 2003-189655

出願人履歴情報

識別番号 [000005120]

1. 変更年月日 1999年11月26日

[変更理由] 住所変更

住所 東京都千代田区大手町一丁目6番1号
氏名 日立電線株式会社

特願 2003-189655

出願人履歴情報

識別番号

[000004226]

1. 変更年月日

1999年 7月15日

[変更理由]

住所変更

住所

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

氏名

日本電信電話株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.